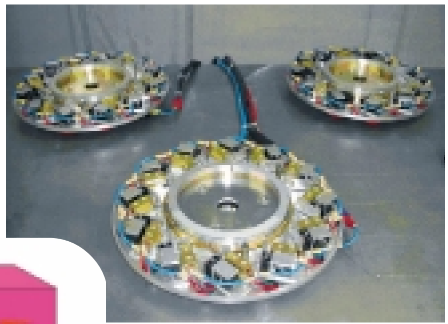
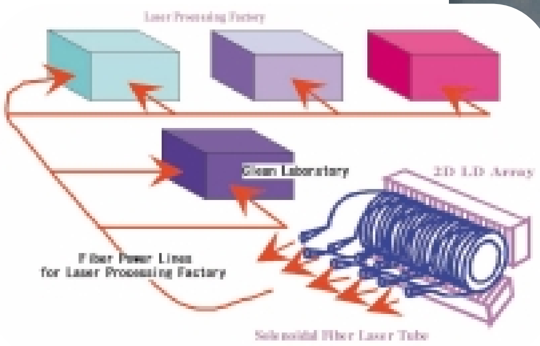
ISSN 0914-9805
Institute for Laser Technology
LASER CROSS
レーザー・クロス
2002,Nov.
No.176

CONTENTS





【写真】ファイバーディスクレーザーの外観
【図】ファイバーレーザーを中心としたレーザー加工の将来像

「独創研究について考える」

電気通信大学レーザー新世代研究センター　植田憲一

■独創研究とは何か

この原稿を依頼されたきっかけは、ずいぶん前になりますが、レーザー総研の評議会で、「日本だからできた独創的レーザー、固体レーザーの革命、セラミックレーザーと新世代ファイバーレーザー」という特別講演をしたことに始まっています。その後、あれが面白かったから、関連する文章を寄稿するように依頼されました。

ですから、独創研究とは何かということを考えてみようと思います。

■何が何でも先頭に立つ

わが国では、科学技術基本計画に基づき、大きな研究投資をすることで、わが国発の独創研究を生み出そうと必死です。私はこの方向を否定するものではありません。10年以上も前に、ベル研の研究員と一緒にお酒を飲みながら話をしたとき、彼が「日本人研究者はいいな。思ったらすぐにできるのだもの。我々は不景気なので、考えるだけで、一向に実現できない。そのうちに、新しいことを考えることができなくなってきてしまった」と嘆いたのです。学生時代、米国の研究所と3桁に近い研究予算の差で競争してきた私としては、こんな愚痴を米国の研究者から聴くことがあろうとは、と本当に驚いたものです。同時に、人間はできることを考えるので、できない状態が続くと、独創的な研究はしぼんでしまうのだ、独創性を国民性とつなげるのは間違いだ、と思ったものです。だから、本当の独創研究をするには、何が何でも、先頭に立たなければいけません。先頭に出れば、すべてが初めてで当たり前のことをやって独創研究。２番手以降は、先頭がミスをしない限り、少しこったやり方をしないと独創研究になりません。その意味で、研究予算を集中投資した今、日本からたくさんの独創研究を出す責任が研究者にはあるといえるでしょう。

■研究者の学問から必然的に生み出される

一方、本当の独創研究は、巨額の予算を使ったところからは出ていないことも事実です。走査型トンネル顕微鏡は、金のないチューリッヒの研究所から生まれました。ボーズアインシュタイン凝縮も金の力で生み出されたとはとてもいえません。むしろ、世間とは別の世界でこつこつと地道な努力を続けてきた研究者によって、新しい世界が切り開かれたといえるでしょう。また、レーザー周波数の安定化や水素原子一筋に、超高分解分光をやってきたJ. HallやT. Hanschがノーベル賞をもらっても全くおかしくない独創研究を続けているのも、潤沢な研究費のせいだという人はいないでしょう。それは研究者の強固な意志と、学問に対する畏怖が、本当に独創的で、彼らでなければできない研究というものを生み出しているのです。それは結果ではありません。人となり、学問への姿勢、人間としての哲学などが、研究と一体となっています。そこには、Hall先生の研究、Hanschの研究が存在しています。独創とは、その研究者の学問から、必然的に生み出されるが故に、きわめて個人的なものになるように思います。

次ページへつづく▶

■日本発の独創的レーザー研究

最初の話に戻りましょう。私が、日本発の独創的レーザー研究として挙げたのは、セラミックレーザーとファイバーディスクレーザーです。これらはいずれも、1990年に始めた重力波天文学の研究に参加するところから生まれました。一般相対論や宇宙論の直接検証を狙う重力波検出の研究は、もっとも困難な研究であると同時に、もっとも応用には遠く、役に立つことのない研究だと思われています。確かに、重力波検出そのものは実用目的とは違う純科学研究です。しかし、そのための技術開発研究は、目標が困難であるだけ本当の技術課題を見つけることができる良い課題でした。他分野の援助が期待できないくらい厳しい要求であるが故に、誰もあてにすることなく、これまでできないといわれていることが、本当にできないのか、できないとすれば、その理由は何か。それは本当に理論的にできないのか、それとも技術的な問題なのか、自分の目で、そして、自分の手で、確かめていく作業は、忘れていた本当の研究を思い出させてくれました。その結果いえることは、研究を成功させるには、研究そのものの持つ運動量、方向性、必然性を理解することで、それらを自然に現出するように障害を取り除くことなのであって、自分たちの力で思う方向に曲げようと思っても(特に、私たちがやってきた量子限界との闘いという分野では)、うまくいくことはありません。素直になる。自然に身を任せる。その中から、これまでとは違った結論に達したとしても、別に怖くも何ともない、という感じが生まれます。

■もっとも軽いレーザー研究

同じことは、産業応用分野でもいえました。産業用高出力ファイバーレーザーの研究は、その物理拡大則は重力波天文学の時代に理解したのですが、実際に研究を始めるきっかけとなったのは、日本宇宙フォーラムにおける議論と、NEDOプロジェクト作業の中でした。宇宙フォーラムからは、宇宙ステーションに使うとして、もっとも軽いレーザーを考えてほしいといわれ、それなら、レーザー物質を太陽光にそのままさらせば発振する本当の太陽光励起レーザーだといって、そんなことが原理的に可能かどうか計算してみました。その過程で、自然光のエネルギー密度で発振させるために必要な条件を検討し、可能性があるとすれば、ファイバーレーザーしかないという結論に達しました。一方、NEDOのプロジェクトでは、ユーザー企業を含めた合宿をして、自由に要求をいってもらったところ、ユーザーはレーザー光は必要だが、レーザー装置は邪魔で仕方がないと感じている。また、これからのレーザー応用は、何が何でもファイバーでレーザー光を供給しなければいけないということが分かりました。

■形の良いものはうまく動く

それを素直に表現すると、図のように工場の片隅に、発電所ならぬレーザーパワーステーションがあって、各作業所にはファイバーでレーザー光を供給するという絵が出来上がります。どうしてもファイバーがいるのなら、ファイバーそのものが発振するファイバーレーザーがもっとも産業応用に適したレーザーである。これは誰でも分かる簡単な理屈です。ならば、それにしたがって、どうすれば、細いファイバーから金属加工も可能なキロワット出力を出せるのか、ということを考えれば良いのです。研究は、やって価値があることに確信があれば、結構むずかしいことでも、頑張って成果を生み出すことができます。うまくいかないのは、もともとやるべき価値があるかどうか、という原点に問題があることが多いものだと思います。幸い、技術を持った企業の皆さんと協力できたおかげで、空想的なアイデアに思えたファイバーディスクレーザーもキロワット出力を達成することができました。そして、その形は、写真に見るように外見は空飛ぶ円盤のよう、そして、その中身のファイバーディスクレーザーは、SP-8に代表される放射光施設にそっくりです。形の良いものはうまく動く、私はこのような形になってきたときには、この研究がうまくいくことを確信し、安心していたものです。

NEWS

第14回ガス放電とその応用に関する国際会議に参加

レーザービーム伝送研究チーム　島田義則

■世界のガス放電現象についての報告

9月1日から6日までイギリス、リバプール大学で開催された第14回ガス放電とその応用に関する国際会議に参加した。この国際会議は1972年から2〜3年に1回の割合で開催され、大学、産業界の技術者、およびガス放電を利用する技術者が集まり、今までの成果を議論し、今後の発展を促すことを目的として開催された。参加者は17ヵ国150名で、当研究所からは内田成明主任研究員と著者が参加した。日本からは京都大学、東京電機大学、中央大学、三菱電機(株)、(株)東芝など、多数の参加者があり、日本主催の国際会議かと思えるぐらいの日本人参加者数であった。

■ビートルズ発祥のリバプール

リバプールはロンドンの北西に位置し、列車で３時間のところにある。ビートルズ発祥の地であることは有名である。今でもビートルズが初めてライブハウスに立ったキャバーンクラブがあり、若者でにぎわっていた。しかし、このあたりの経済状況はまだ回復していないようで、オフィスビルの半数近くは空き部屋となっており、道ばたには多くのゴミが散乱した状態であった。歓迎レセプションではリバプールの市長が来られ、この地域は今後、航路の主要地点として発展するとのスピーチが

あった。

■野外での実誘雷成功を報告

会議では、２件の報告を行った。１件目はレーザー誘雷に関する研究。野外での実誘雷成功は衝撃的であったらしく、野外実験条件や今後のプラズマチャンネル長尺化（最終プラズマ長さ）について質問があった。他方は非平衡プラズマを用いたハロゲン有機物の脱ハロゲン化に関する研究である。放電チャンバー中に水素を封入し、非平衡プラズマで生成された電子によりハロゲン化物の還元反応を起こさせる実験で、水素の有無で還元反応が違いが出た。このことは水素ラジカルにより、いっそうハロゲン化物の処理の効率化が望める結果を示した。その他、会議でのトピックスを以下にまとめる。

① 放電基礎

フランス、Laboratoire de Genie Electrique de Toulouseではバリアディスチャージの研究を行っており、放電中に正イオンが陰極に衝突したときに生じるγ効果（電子が電極に衝突し二次電子を放出する効果）が電圧印加時間が長くなると減少することを報告した。この現象をシミュレーションに取り入れることにより、より現実に近い模擬ができることを述べた。ロシア、Moscow Institute of Physics and Technologyは短パルス電圧印加によるバリアディスチャージおよびスパークディスチャージの研究を盛んに行っている。報告では、ナノ秒の電圧印加時間で放電させた場合には、放出される電子のエネルギー分布が変化し、高エネルギー側が増加する。特に汚染物質除去などの反応に必要な10eV以上の電子数が増加することを報告した。

②SF_6代替ガス研究（GIS）、環境汚染物質の除去研究（VOC除去）

非平衡プラズマや高温プラズマを用いた環境汚染物質（VOCやSO_2等）の除去や微生物除去技術など多くの報告があった。また、ガス遮断機（GIS）に使われてきた六フッ化いおうガス（SF_6）の温暖化係数が非常に高く、地球温暖化防止のために、このガスに代わる代替ガスの研究が行われている。SF_6にN_2等を混合させ、できるだけSF_6の量を削減する研究が日本やスイス、韓国などで行われている。

③ シミュレーション技術

会議では、放電過程をシミュレーションを用いて模擬し、実際の放電とよく一致するといった報告が多数あった。放電先端のリーダ進展の模擬、アークの形状模擬、消弧時の時間過程などが模擬できるようになっている。このような、シミュレーション技術は初期値が違うと全く違う結果を出してしまう欠点があった。今回もそのことを指摘されると確かにそうであるとの回答であったが、シミュレーションにより、放電過程がある程度予測できる方向に進んでいることは間違いなく、今後の放電技術の根幹を占めると思われ、大型計算機やネットワークを駆使したシミュレーション技術が必要であることを実感した。

④その他、放電を用いたナノ物質生成実験

中国では、大気汚染、砂塵などにより送電線の碍子の洗浄が不可欠となっているらしい。そこで中国、Tsinghua Universityでは、碍子に特殊コート（RTVコート）をすることにより、絶

山中千代衛 ……77

教育のタイムコンスタント

物理現象にはすべて時定数がある。外力が働いてから反応が始まるのに一定の時間がいる。これを時定数という。教育の時定数はおそらく30年であろう。過去50年わが国は世界でも例を見ない理想的な敗戦国であった。1945年ミズリー艦上で米国に無条件降伏をしてから、2000年の国の伝統を放擲し、7年間に及ぶ長い占領期間に心も体も完全に敗け犬根性に馴化されてしまった。まさに従順・忠実、主体性のないこと比ぶべきものがない。

教育についてもMITのヘイゼンを団長とする教育使節団のいうまま、米国流の教育制度をうのみにして、自由と平等の原則を形式的に、事務的に採用した。その報いが30年の時定数を経て、今や完璧なまでに効果をあらわした。小学校で徒競走に皆手をつないでゴールするとか、学級崩壊に対処できない教師がいるとか、道徳教育などとんでもないという教員組合があり、校長が教職員会議に出られないというわけで公教育は全く地に落ちてしまった。さらに「ゆとり教育」でその総仕上げをするという。

現実には教育の振子は逆に動きはじめているのだ。社会の流れはグローバル化の波の下、より厳しく、競合と、独自性の発現が求められている。東京都立高校では6校が大学受験を教育の目標にするとか、品川区では小学校区をなくし自由選択を認めるとか新しい動きが出ている。本来なら私立学校がもっと強力に成長しなければならないのだろう。画一的な公教育は明確な改革が求められている。

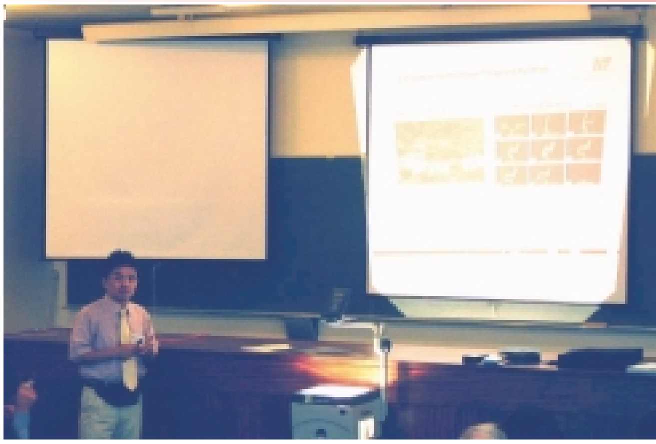
問題は責任を持つべきシニアの人々がすでに30年の時定数効果を受けていることだ。教育界の意識改革にはやはり次の30年の年月が必要なのかもしれない。ブレア英首相が「1に教育、2に教育、そして3に教育」が政治の要諦であるといっているが、このようなリーダーが欲しいものだ。30年先を担保するのは今日の児童の教育である。

【（財）レーザー技術総合研究所　研究所長】

縁体力を向上させ、これにより洗浄回数を削減することができる手法、技術を紹介した。コート方法は簡便で、碍子表面に塗布するだけだそうだ。中国ではすでに半数の碍子に使われているとのことで、今後は外国にも手を伸ばす計画であるとのこと。

■ナノテク関係の報告は次回に期待

　このほか、放電の光源への適用や雷現象など多数の報告があった。しかし、放電を用いたナノ粒子生成等のナノテクノロジー関係が少ないのが気になった。次回は2004年にフランスで開催される。そのときにはナノテクノロジー関係の報告が聞ける、あるいは発表できるようにしたい。



【写真】「ガス放電とその応用に関する国際会議」での発表の様子

NEWS

レーザー光学設計コード『LOCCO-1』

**　大型ガラスレーザーシステムの設計開発のため、レーザー核融合研究センターにおいて光増幅・伝搬コード(GLAMP)が利用されています。LOCCOは、実際の複雑なレーザーシステム中の光伝搬の波動解析を行うため、対話型の計算コードとして、新たな計算内容も追加して当社にて作成したものです。LOCCOは特に大エネルギー・高ピーク出力用に設計されたレーザーシステムに対して有効です。このコードは、ランダム位相板など位相素子を含むほとんど全ての光学素子が取り扱えます。**

LOCCO-1の特徴

1）任意のパルス波形の増幅計算（再生増幅を含む）が可能
2）像転送などのパターン計算が可能
3）自己収束などの非線形効果の解析が可能
4）Windows OS搭載のパソコンで動作

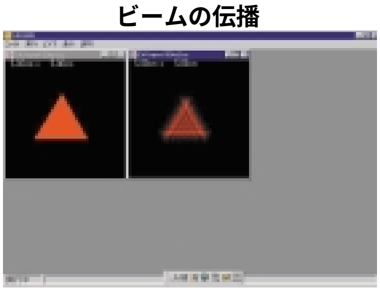
応用例　レーザーシステム中のレーザーの伝播における空間パターンの計算、増幅後の時間波形の最適化、レーザー加工応用における集光計算等

計算パターンの出力例

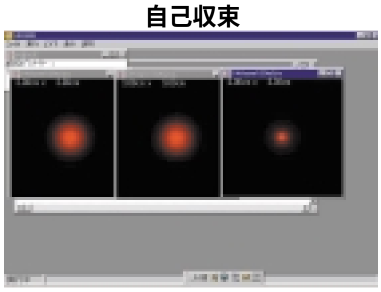
集光パターン



ビームの伝播



自己収束



必要なシステム

1）基本OS　Windows　95、Windows　98、Windows　2000、Windows　NT等
2）メモリ　32MB以上
3）CPU　Pentiumシリーズ　166MHz以上

部分コヒーレント光の取り扱いなど、さらに高級な計算についても相談を受けます。出荷時に取扱説明書（80ページ程度）と応用計算例題集（100ページ程度）をお付けします。

LOCCO-1のご購入・ご試用・問い合わせに関しては、以下までメールにてご連絡下さい。
（有）オプト・エレクトロニクス・ラボラトリー
連絡はnaka@ile.osaka-u.ac.jp、またはnkataoka@ile.osaka-u.ac.jpまで。
技術協力：（財）レーザー技術総合研究所レーザーグループ

発行／財団法人レーザー技術総合研究所 編集者代表／藤田雅之 〒550-0004 大阪市西区靭本町1-8-4 大阪科学技術センタービル4F TEL(06)6443-6311 FAX(06)6443-6313
掲載記事の内容に関するお問い合わせは、編集者代表　藤田雅之（TEL&FAX:(06)6879-8732,E-mail:mfujita@ile.osaka-u.ac.jp）までお願いいたします。